

US 6,412,459

# VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**Publication number:** JP2002138865

**Publication date:** 2002-05-17

**Inventor:** TAKAHASHI TATSUHIKO;  
HASHIMOTO ATSUKO

**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP

**Classification:**


- **international:** **F01L1/34; F01L1/34;** (IPC1-7):  
F02D13/02; F01L1/34


- **europaan:** F01L1/34


**Application number:** JP20000336470 20001102

**Priority number(s):** JP20000336470 20001102

**Also published as:**

 US6412459 (B1)

 US2002050256 (A1)

 DE10128735 (A1)

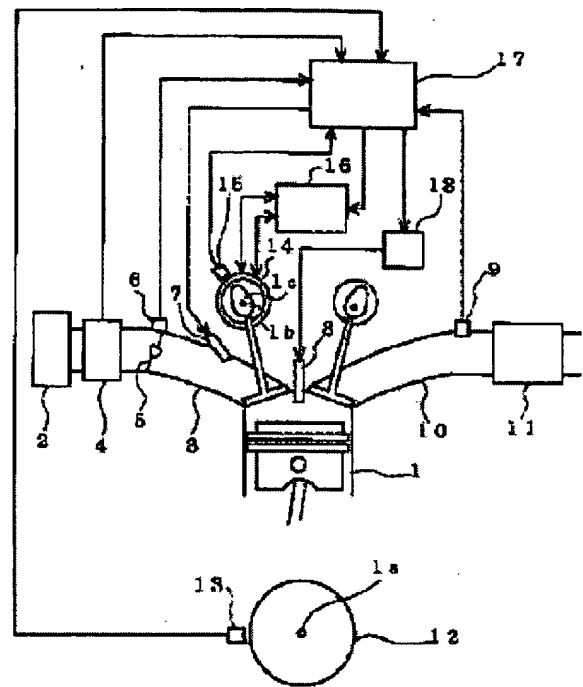
**Report a data error here**

## Abstract of **JP2002138865**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a valve timing control device for an internal combustion engine having improved response by performing correcting control corresponding to the characteristic of a hydraulic control valve actually mounted. **SOLUTION:** The valve timing control device comprises cams to be driven by a crankshaft 1a of the internal combustion engine 1 for opening/closing a suction valve and an exhaust valve, respectively, an actuator for changing a rotation phase of at least one of the cams to the crankshaft 1a, the hydraulic control valve 16 for applying hydraulic pressure to the actuator, and control means 17 for controlling a

**Best Available Copy**

current value for an electromagnetic solenoid for the hydraulic control valve 16 and controlling the output hydraulic pressure of the hydraulic control valve 16 to control a valve timing. Current values which are applied to the electromagnetic solenoid for the control means 17 to operate the actuator are detected in the different operated conditions of the internal combustion engine 1 and the characteristic of the hydraulic control valve 16 is detected by a difference between the current values in the different operated conditions, and a controlled current value is determined.



- |                |                        |
|----------------|------------------------|
| 1 : 内燃機関       | 7 : インジェクタ             |
| 1a : クランク軸     | 8 : オイルセンサ             |
| 1b : カム軸       | 9 : O <sub>2</sub> センサ |
| 1c : カム        | 10 : 排気通路              |
| 3 : 吸気通路       | 11 : クランク角センサ          |
| 5 : スロットルバルブ   | 12 : カム角センサ            |
| 6 : スロットル位置センサ | 13 : 油圧制御バルブ           |
|                | 14 : 制御手段              |

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-138865

(P2002-138865A)

(43)公開日 平成14年 5月17日 (2002. 5. 17)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマト\*(参考)

F 0 2 D 13/02

F 0 2 D 13/02

C 3 G 0 1 8

F 0 1 L 1/34

F 0 1 L 1/34

E 3 G 0 9 2

Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2000-336470(P2000-336470)

(22)出願日 平成12年11月 2日 (2000. 11. 2)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号

(72)発明者 高橋 建彦

兵庫県神戸市兵庫区浜山通 6 丁目 1 番 2 号

三菱電機コントロールソフトウェア株式  
会社内

(72)発明者 橋本 敦子

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100073759

弁理士 大岩 増雄 (外 3 名)

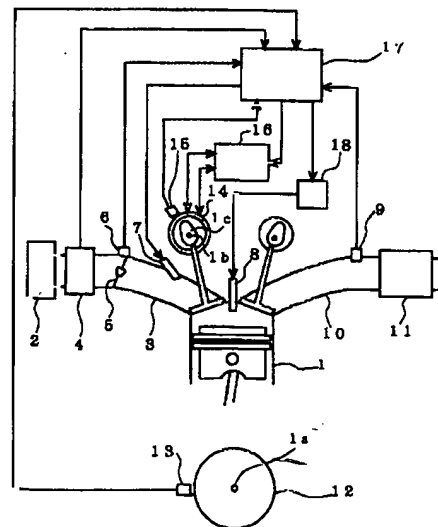
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング制御装置

(57)【要約】

【課題】 実際に装着された油圧制御バルブ特性に見合った補正制御を行うことにより、応答性に優れた内燃機関のバルブタイミング制御装置を得る。

【解決手段】 内燃機関 1 のクランク軸 1 a に駆動され、吸気バルブを開閉するカムと排気バルブを開閉するカムと、この両カムの少なくとも一方のカムのクランク軸 1 a に対する回転位相を変えるアクチュエータと、このアクチュエータに油圧を加える油圧制御バルブ 1 6 と、この油圧制御バルブ 1 6 の電磁ソレノイドの電流値を制御して油圧制御バルブ 1 6 の出力油圧を制御してバルブタイミングを制御する制御手段 1 7 とを備え、この制御手段 1 7 がアクチュエータを動作させるために電磁ソレノイドに加える電流値を内燃機関 1 の異なる運転状態において検知し、この異なる運転状態における電流値の差により油圧制御バルブ 1 6 の特性を検知すると共に、制御電流値を決定するようにしたものである。



- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| 1: 内燃機関       | 7: インジェクタ             |
| 1a: クランク軸     | 9: O <sub>2</sub> センサ |
| 1b: カム軸       | 10: 排気通路              |
| 1c: カム        | 13: クランク角センサ          |
| 3: 吸気通路       | 15: カム角センサ            |
| 5: スロットルバルブ   | 16: 油圧制御バルブ           |
| 6: スロットル開度センサ | 17: 制御手段              |

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のクランク軸に駆動され、吸気バルブを開閉するカム、前記内燃機関のクランク軸に駆動され、排気バルブを開閉するカム、この両カムの少なくとも一方のカムと前記クランク軸との間の回転伝達経路に介在して前記カムの前記クランク軸に対する回転位相を変えるバルブタイミング可変手段、このバルブタイミング可変手段を駆動する駆動手段、この駆動手段に対する制御量を制御する制御手段を備え、この制御手段が、前記内燃機関の異なる運転状態において前記バルブタイミング可変手段に所定の動作をさせるための前記駆動手段への制御量の差を検知し、この制御量の差に応じて前記駆動手段に対する制御量を決定することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項2】 内燃機関の異なる運転状態における制御量の差を、バルブタイミングの実操作量と目標操作量とを比較してこの比較値が所定の条件を満たしたときに検知することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項3】 制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量を学習し、この学習値の差から駆動手段に対する制御量を決定することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項4】 制御手段が駆動手段の異なる複数の特性を記憶しており、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる複数の特性の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項5】 クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた比例および微分制御を行うと共に、複数の比例および微分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる比例および微分制御値の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項6】 クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた積分制御を行うと共に複数の積分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる積分制御値の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか

一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項7】 制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量の差による駆動手段に対する制御量を決定するまでの間は、複数の特性または制御値から応答特性の悪い特性または制御値を選択し、駆動手段に対する制御量とすることを特徴とする請求項4～請求項6のいずれか一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項8】 制御手段が駆動手段の異なる複数の特性を記憶しており、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる複数の特性の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項9】 クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた比例および微分制御を行うと共に、複数の比例および微分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる比例および微分制御値の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項10】 クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた積分制御を行うと共に、複数の積分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる積分制御値の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項11】 制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量の差による駆動手段に対する制御量を設定するまでの間は、複数の特性または制御値を補間参照した各値の中央値により、駆動手段に対する制御量を演算することを特徴とする請求項8～請求項10のいずれか一項に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、内燃機関の吸気バルブおよび排気バルブの動作タイミングを制御する内燃機関のバルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】内燃機関は運転状態により要求される吸

気および排気バルブタイミングが変化するものであるが、従来、殆どの内燃機関ではカムシャフトはクランクシャフトからタイミングベルトなどにより駆動され、吸気および排気バルブの開閉タイミングはクランクシャフトの回転角に対して固定的に決定されていた。しかし、近年、内燃機関の出力向上や排気ガスと燃費の低減のために可変バルブタイミングシステムが採用されるようになり、バルブタイミングの制御に関する技術が種々開示されるようになってきた。

【0003】例えば、特開平9-256878号公報に開示された技術もその一例であり、この公報に開示された技術は、内燃機関の出力軸の回転位相を変位させてカム軸を駆動し、吸気バルブと排気バルブとの少なくとも一方のバルブタイミングを調整するものにおいて、内燃機関の出力軸とカム軸との位相差からバルブタイミングを検出し、内燃機関の運転状態から設定した目標バルブタイミングとの位相が一致するようにバルブタイミング調整手段の制御ゲインを設定すると共に、実バルブタイミングの推移からカム軸回転位相の変位速度を求め、この回転位相の変位速度を規範値と比較して両者の速度差が是正されるように制御ゲインを補正するようにしたもので、これにより変位速度のバラツキを吸収し、応答性と収束性を向上するようにしたものである。

【0004】具体的には、このバルブタイミングの調整は、実バルブタイミングと目標バルブタイミングとの偏差が生じると、この偏差により演算した比例値と微分値とを基に応答遅れ補償分のデューティ比を油圧制御バルブに出力し、続いて、ある時点での偏差により比例値と微分値とを同様求めたデューティ比を油圧制御バルブに出力して目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が所定値以下になるまでそのデューティ比を保持するようにし、このデューティ比を保持している間の2点間の実バルブタイミングの変化とこの変化に要する所用時間とから回転位相の変位速度を求め、この変位速度と規範値の速度とを比較して変位速度が規範値より早い場合には応答遅れ補償デューティ比を小さく設定し、遅い場合には応答遅れ補償デューティ比を大きく設定するものである。

【0005】また、特開平9-217609号公報には、内燃機関の出力軸と、出力軸から駆動されるカム軸とのいずれかに所定角度範囲で相対回転するバルブタイミング制御機構を設け、出力軸とカム軸との相対回転角の実測値と目標値との差によりバルブタイミング制御機構を動作させて相対回転角が目標値となるように制御するものにおいて、実測値と目標値との偏差が変化しないときには偏差が小さくなる方向にバルブタイミング制御機構に対する補正値を設定することにより、製造上のバラツキなどに影響されずにバルブタイミングを正確に制御する技術が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置において、例えば、特開平9-256878号公報に開示された技術内容では上記のように、回転位相の変位速度を検出するのに、ある時点で求めたデューティ比を油圧制御バルブに出力してこれを保持するため、通常の所定バルブタイミング毎の目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差から演算した比例値と微分値とから求めたデューティ比による制御に対して応答性が悪化する場合がある。また、検出した回転位相の変位速度と規範値とを比較してその差に応じてデューティ比を補正するようにしているため、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が生じた最初の応答遅れについてのみ補正が行われることになり、補正が充分とはいえず、充分な応答性が得られないことがある。

【0007】この発明は、このような課題を解決するためになされたもので、実際に装着された油圧制御バルブの特性に見合った補正を行うことにより、流量特性に製造上のバラツキがあっても安定した応答性が得られると共に、流量特性のバラツキを制御により補償することが可能な内燃機関のバルブタイミング制御装置を得ることを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係わる内燃機関のバルブタイミング制御装置は、内燃機関のクランク軸に駆動され、吸気バルブを開閉するカムと、同じく内燃機関のクランク軸に駆動され、排気バルブを開閉するカムと、この両カムの少なくとも一方のカムとクランク軸との間の回転伝達経路に介在してカムのクランク軸に対する回転位相を変えるバルブタイミング可変手段と、このバルブタイミング可変手段を駆動する駆動手段と、この駆動手段に対する制御量を制御する制御手段とを備え、この制御手段が、内燃機関の異なる運転状態においてバルブタイミング可変手段に所定の動作をさせるための駆動手段への制御量の差を検知し、この制御量の差に応じて駆動手段に対する制御量を決定するようにしたものである。

【0009】また、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差を、バルブタイミングの実操作量と目標操作量とを比較してこの比較値が所定の条件を満たしたときに検知するようにしたものである。さらに、制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量を学習し、この学習値の差から駆動手段に対する制御量を決定するようにしたものである。さらにまた、制御手段が駆動手段の異なる複数の特性を記憶しており、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる複数の特性の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定するようにしたものである。

【0010】また、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運

転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた比例および微分制御を行うと共に、複数の比例および微分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる比例および微分制御値の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定するようにしたものである。

【0011】さらに、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた積分制御を行うと共に複数の積分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる積分制御値の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定するようにしたものである。

【0012】さらにまた、制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量の差による駆動手段に対する制御量を決定するまでの間は、複数の特性または制御値から応答特性の悪い特性または制御値を選択し、駆動手段に対する制御量とするようにしたものである。また、制御手段が駆動手段の異なる複数の特性を記憶しており、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる複数の特性の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算するようにしたものである。

【0013】さらに、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた比例および微分制御を行うと共に、複数の比例および微分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる比例および微分制御値の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算するようにしたものである。

【0014】また、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置を検出する検出手段と、内燃機関の運転状態に応じたクランク軸の回転角に対するカムの回転角の目標位置を演算する演算手段とを有し、制御手段がこの目標位置と検出された相対位置との差に応じた積分制御を行うと共に、複数の積分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる積分制御値の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算するようにしたものである。

【0015】さらに、制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量の差による駆動手段に対する制御量を設定するまでの間は、複数の特性または制御値を補間参照した各値の中央値により、駆動手段に対する制御量を演算するようにしたものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1ないし図15は、この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置を説明するためのものであり、図1は内燃機関に装着されたバルブタイミング制御装置の構成を説明する説明図、図2はバルブタイミングを説明する特性図、図3は油圧制御バルブの構成と動作との説明図、図4と図6とは油圧制御バルブの流量特性図、図5と図7とはバルブタイミング制御機構の応答性を説明する特性図、図8ないし図11は、対比用として説明するこの発明によらない制御のフローチャート、図12ないし図15はこの発明による制御を説明するフローチャートである。

【0017】まず、図1によりバルブタイミング制御装置を搭載した内燃機関の構成を説明すると次の通りである。図において、1は内燃機関、2は内燃機関1の吸気通路3に設けられたエアクリーナ、4は内燃機関1の吸気量を計量するエアフローセンサ、5は吸気量を調節して内燃機関1の出力を制御するスロットルバルブ、6はスロットルバルブ5の開度を検出するスロットル開度センサ、7は吸気量に見合った燃料を供給するインジェクタ、8は内燃機関1の燃焼室内の混合気を点火する点火プラグ、9は内燃機関1の排気通路10に設けられ、排気ガス中の残存酸素量を検出するO<sub>2</sub>センサ、11は排気ガス浄化用の三元触媒である。

【0018】12は内燃機関1のクランク軸1aに設けられたクランク角検出用のセンサプレートでクランク角センサ13と共にクランク軸1aの回転位置(クランク角)を検出する。14は内燃機関1のカム1cに設けられたカム角検出用のセンサプレートでカム角センサ15と共にカム1cの回転角(カム角)を検出する。16は駆動手段として後述する油圧制御バルブ(以下OCVと称す)であり、内燃機関1のカム軸1bに取り付けられたバルブタイミング可変手段としての図示しないアクチュエータに対する供給油圧と供給油量とを制御することにより、クランク軸1aから駆動されるカム軸1bに設けられたカム1cのクランク軸1aに対する相対位置を制御し、所定の範囲内においてクランク軸1aに対するカム1cの回転角(カム位相)を制御するものである。17は制御手段であり、内燃機関1の運転状態に応じてカム位相の制御を行うと共に、内燃機関1の種々の制御を行う。なお、18は点火プラグ8に点火電圧を供給する点火装置である。

【0019】このような構成を持つ内燃機関1において、クランク軸1aの回転はタイミングベルト、または、チェーンなどによりカム軸1bに伝達されるが、例えばカム軸1bの図示しないスプロケット、あるいは、プーリにはアクチュエータが設けられ、カム軸1bとカム1cとの相対回転位置が所定範囲内において可変に構成されている。従って、1:2の回転比で回転するクランク軸1aとカム軸1bとの回転比は1:2となる。

クランク軸1aとカム1cとの相対回転位置も所定範囲内において可変となっており、クランク角に対して吸気バルブと排気バルブとの少なくとも一方のバルブタイミングが制御可能に構成され、このバルブタイミングはOCV16からの供給油圧および供給油量により制御される。

【0020】図2は、排気バルブが固定で吸気バルブが可変の場合のクランク軸1aの回転角に対するバルブのリフト量を示すもので、吸気バルブは実線から破線の間でタイミングの変化が可能となっており、実線は排気バルブに対するバルブオーバーラップが最小となる最遅角位置であり、破線はオーバーラップが最大となる最進角位置である。従って、バルブタイミングを進角させることは、バルブオーバーラップ量が大きくなる方向に制御することであり、遅角させることは、バルブオーバーラップ量が小さくなる方向に制御することである。また、バルブタイミングは最遅角位置から最進角位置までの間において、任意の位置で保持することが可能なように構成されている。

【0021】図3は、駆動手段としてのOCV16の構成と動作とを説明するもので、OCV16は複数のポート19a~19dを有するハウジング19と、ハウジング19の一端に設けられた電磁ソレノイド20と、ハウジング19の内径を電磁ソレノイド20に操作されて移動するスプール21と、スプール21を一方方向に付勢するバネ22とからなり、スプール21が移動してランド部21aがポート19a~19cを閉塞、または、開口することによりアクチュエータに対する油圧の制御を行い、開口位置および開口面積により油圧が制御できるように構成されている。なお、19aはバルブタイミングを遅角させる方向に油圧を供給するポート、19bは進角させる方向に供給するポート、19cはドレーンを排出するポート、19dは油圧を供給するポートである。

【0022】図4は、このOCV16の流量特性を示すもので、ポート19a、19bから供給される油圧を電磁ソレノイド20の電流値に対する流量として表したものである。スプール21が図3の(a)の位置にあるときに図4の(a)点に示す流量であり、図3の(b)の位置にあるときに図4の(b)点の流量であり、図3の(c)の位置にあるときに図4の(c)点の流量になる。また、図3の(a)は電磁ソレノイド20の電流が最小の場合であり、スプール21はバネ22の力により電磁ソレノイド20側に移行しており、ポート19aとポート19dとが連通して図示しないアクチュエータの遅角室へオイルが供給され、バルブタイミングは図2の吸気バルブ最遅角位置(実線)となる。

【0023】逆に、図3の(c)は電磁ソレノイド20の電流が最大となった場合であり、スプール21はバネ22に打ち勝ってバネ22側に移行し、ポート19bとポート19dとが連通して図示しないアクチュエータの進角室へオイルが供給され、バルブタイミングは図2の

吸気バルブ最進角位置(破線)となる。図3の(b)は、電磁ソレノイド20の電流が中間値の場合であり、ポート19a、19bが共に閉塞状態となって、アクチュエータに対するオイルの供給もオイルの排出もなされず、バルブタイミングは最遅角位置と最進角位置との間の任意の位置に保持される。

【0024】電磁ソレノイド20の電流値を所定値に保持すると、ポート19aもしくはポート19bが所定の開度となるようにスプール21の位置制御ができ、アクチュエータへのオイルの供給量が制御できる。電磁ソレノイド20の電流値を変化させたときのアクチュエータの位置変化をバルブタイミングとしてカム角センサ15により検出し、動作状態での所定の二点間の位置変化を速度として求め、電磁ソレノイド20の電流値に対する応答速度として表すと図5のようになり、バルブタイミングシステムとしての電流値に対する応答速度の特性が表される。ここで、図5の(a)、(b)、(c)は図3および図5の(a)、(b)、(c)にそれぞれ対応している。

【0025】内燃機関1に駆動され、OCV16を経由して図示しないアクチュエータに油圧を供給する図示しないオイルポンプの吐出量が増加すると油圧が上昇し、OCV16の流量特性は例えば図4の実線の特性から破線の特性へと変化する。この油圧の上昇はアクチュエータの応答速度も変化させ、図5の実線の特性から破線の特性へと変化する。従って、内燃機関1の回転速度が上昇した場合にはオイルポンプの吐出量が増加するのでアクチュエータの応答速度特性が変化することになる。

【0026】また、制御手段17はクランク角センサ13の出力とカム角センサ15の出力とによりバルブタイミング、すなわち、実進角量を検出すると共に、内燃機関1の回転速度や充填効率などの運転状態を入力して目標進角量を演算する。そしてこの実進角量と目標進角量とが一致するようにOCV16の電流値を制御してバルブタイミングを制御し、実進角量と目標進角量とが一致した電流値を保持電流学習値として学習し、保持電流学習値を基準値として基準値に対する偏差によりバルブタイミングの制御を行う。

【0027】この保持電流学習値は静的には図5における応答速度がゼロのときの電流値と一致するが、バルブタイミングは、例えば吸気バルブがバルブスプリングによりカムに押圧されているため、カムがバルブと摺動するときの摩擦力により遅角側への駆動力を受ける。そのために実進角量を目標進角量に一致させるためには進角側に若干のオイルを供給し、バルブとの摺動摩擦力とバランスさせる必要があり、このバランスを得る油量を供給するときの電流値が実際の動的な保持電流学習値となる。従って、内燃機関1の回転速度の変化により保持電流学習値は変化することになり、図4と図5とに示すAが静的な電流値と動的な電流値との差であり、このAの

値が回転速度により変化することになる。

【0028】また、OCV16は製造上のバラツキなどによっても特性が変化する。例えば流量特性は図4に示した特性が図6のように変わり、電流変化に対する流量変化の傾きが異なるものになる。また、流量特性が変わると図5に示した応答性の特性も図7に示すように変化する。このように流量特性や応答性の特性の傾きが変わると回転数の違いによる保持電流学習値も変化して図4と図5に示したAの値は図6と図7とではBのようになって $A < B$ の関係になり、従って回転速度の変化によるBの値の変化もAの値の変化より大きくなる。この発明は、このような製品間の特性差による保持電流学習値の変化に対応して電磁ソレノイド20に対する電流値を決定することにより、製品間の特性差であるバラツキを吸収して安定した制御ができるようにするものであり、以降の説明においてはこの発明を加味しない場合の制御とこの発明を加味した場合の制御とを対比してこの発明の特徴を説明する。

【0029】図8、図9、図10、図11はこの発明を加味しない場合の制御のフローチャートであり、それぞれの処理は制御手段17により所定のタイミング毎に行われるものである。図8は、モード判定を行う処理であり、ステップ801においては上記したように、内燃機関1の運転状態により制御手段17が目標進角量 $P_t$ を演算すると共に、クランク角センサ13とカム角センサ15の両検出値から実進角量 $P_d$ を演算して両者の偏差 $\Delta P$ を算出し、ステップ802ではこの偏差 $\Delta P$ が所定値 $PK$ 以上であるかどうかを判定する。偏差 $\Delta P$ が所定値 $PK$ 以上である場合にはステップ803に進み比例・微分(PD)制御モードであると判定し、偏差 $\Delta P$ が所定値 $PK$ 未満である場合にはステップ804に進んで保持モードであると判定する。ここに、所定値 $PK$ は、例えばバルブタイミングが変動してもドライバビリティやエミッションなどに影響の無い値に設定されており、クランク軸1aの回転角で1度程度である。

【0030】図9は、保持電流の学習を行う処理であり、ステップ901において保持電流学習条件が成立しているかどうかを判定する。この判定は、例えば、実進角量が目標進角量に一致した状態である保持モードにあり、後述する制御の積分値が安定した状態であるかどうかにより判定する。学習条件が成立していると判定されると、ステップ902にてその時点での電流値 $A_d$ を保持電流学習値 $A_L$ として記憶する。ステップ901で学習条件が成立していなければルーチンを終了してリターンする。保持電流学習値 $A_L$ は、制御手段17のバックアップRAMに記憶され、バッテリーが外されてもバックアップ電源が遮断されない限り記憶保持される。

【0031】図10は、図8のフローチャートにおいて比例・微分(PD)制御モードと判定された場合の処理である。ステップ1001では目標進角量と実進角量と

の偏差 $\Delta P$ と比例ゲイン $P_{gain}$ を乗算して比例値 $V_p$ を求める。ここで、比例ゲイン $P_{gain}$ は予め設定された値を制御手段17のROMに記憶しているものである。ステップ1002では目標進角量と実進角量との偏差 $\Delta P$ と偏差の前回値( $\Delta P(i-1)$ )との差と微分ゲイン $D_{gain}$ とを乗算して微分値 $V_d$ を求める。偏差の前回値( $\Delta P(i-1)$ )は所定タイミング毎に演算される偏差 $\Delta P$ の一演算タイミング前の値である。微分ゲイン $D_{gain}$ は比例ゲイン同様予め設定された値を制御手段17のROMに記憶しているものである。

【0032】ステップ1003では比例値 $V_p$ と微分値 $V_d$ を加算した値を基に電流値対進角速度特性マップを補間参照し、目標電流偏差 $A_{pd}$ を求める。ここで使用する電流値対進角速度特性マップは、図5、図7に示すような電流値に対する応答速度が保持電流学習値からの偏差値として設定されており、OCV16の特性中央品相当の値、もしくは、特性中央値を用いてバルブタイミング制御の応答性を満足する値が設定され、記憶されているものである。ステップ1004ではOCV16へ出力する電流値として、目標電流偏差 $A_{pd}$ にステップ902での保持電流学習値 $A_L$ を加算し、目標電流値 $O A_{pd}$ としてステップ1005にてこの目標電流値を出力する。

【0033】図11は、図8のフローチャートにおいて保持モードと判定された場合の処理であり、ステップ1101では目標進角量と実進角量との偏差 $\Delta P$ がゼロであるかどうかを判定する。ゼロであればその電流値で目標進角量と実進角量とが一致している状態であり、電流値を変更する必要がないため積分値 $A_I$ は更新する必要はない。一致していなければ、ステップ1102で偏差 $\Delta P$ がゼロより大きいかどうかを判定し、大きければステップ1103にて積分値 $A_I$ より積分量 $I$ を減算する。ステップ1102で偏差 $\Delta P$ がゼロより小さい場合にはステップ1104に進み、積分値 $A_I$ に積分量 $I$ を加算する。ステップ1105では積分値 $A_I$ に保持電流学習値 $A_L$ を加算して目標電流値 $O A_I$ を求め、ステップ1106にてOCV16へ出力する。

【0034】図10の制御で使用する電流値対進角速度特性マップは上記のようにOCV16の中央品相当の値(図5と図7とに実線特性で示した特性の両者の中央値)、もしくは、特性中央品を用いてバルブタイミング制御の応答性を満足する値が設定されているため、実際に装着されているOCV16が、図5に示すような特性の傾きの大きいもの、例えば、上限品のものでは、演算した目標電流値を出力すると実際の応答速度が制御手段17で演算した応答速度よりも速いため、オーバシュートやアンダシュートが大きくなる。また、図7に示すような特性の傾きの小さいもの、例えば、下限品であれば、演算した目標電流値を出力すると実際の応答速度が制御手段17で演算した応答速度よりも遅いため、応



答時間が低下することになる。

【0035】このように、この発明を加味しない制御においては上記のような問題を有することになるため、この発明では次のような制御を行う。図12ないし図15はこの発明を加味した場合の制御を説明するフローチャートであり、上記した図8ないし図11で説明した制御と同一制御のステップには同一ステップ番号を付与して詳細説明を省略している。

【0036】図12は、保持電流学習処理であり、上記の図9に対してこの発明を加味したものである。図12において、ステップ901で保持電流学習条件が成立し、ステップ902で保持電流の学習を行った後、ステップ1201では内燃機関1の回転速度 $N_e$ が第一の所定回転速度 $N_1$ と一致しているかどうかを判定する。第一の所定回転速度は、例えば、油圧が低くバルブタイミング制御を開始する回転速度である1500r/m程度に設定する。回転速度が第一の所定回転速度 $N_1$ と一致すれば、ステップ1202でここでの保持電流学習値を第一の所定回転速度での保持電流学習値 $AL_1$ として学習し、同時に学習を行った事を識別するフラグ $F_1$ に1を設定する。

【0037】ステップ1203では内燃機関1の回転速度 $N_e$ が第二の所定回転速度 $N_2$ と一致しているかどうかを判定する。第二の所定回転速度は、例えば、油圧がほぼ飽和する常用回転域である3000r/m程度に設定される。回転速度が第二の所定回転速度 $N_2$ と一致すれば、ステップ1204にてここでの保持電流学習値を第二の所定回転速度での保持電流学習値 $AL_2$ として学習し、同時に学習を行った事を識別するフラグ $F_2$ に1を設定する。ステップ1205では第一の所定回転速度での保持電流学習値 $AL_1$ と第二の所定回転速度での保持電流学習値 $AL_2$ との差を保持電流学習値偏差 $ALsa$ として求める。

【0038】第一の所定回転速度での保持電流学習値 $AL_1$ と、識別フラグ $F_1$ と、第二の所定回転速度での保持電流学習値 $AL_2$ と、識別フラグ $F_2$ と、保持電流学習値偏差 $ALsa$ とは、制御手段17のバックアップRAMに保存され、バッテリーが外されない限り記憶される。また、識別フラグ $F_1$ と $F_2$ とは、バッテリーが外された直後のみゼロがセットされる。

【0039】図13は、上記の図8の処理において比例・微分(PD)制御モードと判定された場合の処理であり、上記の図10に対してこの発明を適用したものである。まず、ステップ1001と、ステップ1002とで上記したように比例値、微分値を算出した後、ステップ1301にて第一と第二の所定回転速度での保持電流学習値の学習が完了しているかどうか、すなわち、 $F_1=1$ であり、 $F_2=1$ となっているかどうかを判定し、学習が完了しておれば、ステップ1302にて保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定電流値 $SK$ 以上であるかどうか

を判定する。所定電流値 $SK$ は、例えば、上限品OCVと下限品OCVとの見分けが出来る電流偏差値に設定され、通常は20mA程度である。

【0040】保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定電流値 $SK$ 以上の場合、ステップ1303にて比例値 $Vp$ と微分値 $Vd$ とを加算した値を基に下限品OCVの電流値対進角速度特性マップを補間参照し、目標電流偏差 $Apd$ を算出する。ステップ1302において保持電流学習偏差 $ALsa$ が所定電流値 $SK$ 未満の場合、ステップ1304に進み、比例値 $Vp$ と微分値 $Vd$ の加算値を基に上限品OCVの電流値対進角速度特性マップを補間参照し、目標電流偏差 $Apd$ を算出する。ステップ1004では目標電流偏差 $Apd$ に保持電流学習値 $AL$ を加算して目標電流値 $OApd$ を求め、ステップ1005でこれをOCVへ出力する。

【0041】ステップ1303で補間参照される下限品OCVのマップは図7の実線にて示したような特性、ステップ1304で補間参照される上限品OCVマップは図5の実線にて示したような特性であり、下限品マップの方が上限品マップよりも電流変化に対する速度変化の割合(傾き)が小さい。ステップ1301で、第一と第二の所定回転数での保持電流学習が完了していない場合には、ステップ1304にて上限相当のマップを参照するようにしているのは、OCVの特性が不明な時点においては、安全性を重視して出力電流を制限するためであり、これにより応答性は暫定的に低く制御される。

【0042】また、この図13の目標電流値の演算では、電流値対進角速度特性マップを保持電流学習値偏差 $ALsa$ により切り換えるようにしたが、図14のように比例ゲインもしくは、微分ゲインを保持電流学習値偏差 $ALsa$ により切り換えて設定することもできる。すなわち、図14において、ステップ1301にて第一と第二の所定回転速度での保持電流学習が完了しているかどうかを判定し、ステップ1302にて保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定値 $SK$ 以上と判定された場合には、ステップ1401とステップ1402とで下限のOCV用に設定し記憶させた比例ゲイン $PLgain$ と微分ゲイン $DLgain$ とからそれぞれ比例値 $Vp$ と微分値 $Vd$ とを算出する。

【0043】また、ステップ1302にて保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定値 $SK$ 未満と判定された場合と、ステップ1301にて保持電流学習が完了していないと判定された場合とは、ステップ1403とステップ1404とに進み、それぞれで上限のOCV用に設定された比例ゲイン $PUGain$ と微分ゲイン $DUGain$ とからそれぞれ比例値 $Vp$ と微分値 $Vd$ とを算出する。続いて、ステップ1003にて比例値 $Vp$ と微分値 $Vd$ との加算値を基に電流値対進角速度特性マップを補間参照し、目標電流偏差 $Apd$ を求める。ここで使用する電流値対進角速度特性マップは、図10のステップ1003

のとときと同様に、OCV16の特性中央品相当の値、もしくは、特性中央値を用いてバルブタイミング制御の応答性を満足する値が設定されている。

【0044】ステップ1004では目標電流値 $OAp_d$ を算出し、ステップ1005でこれを出力する。ここで、比例ゲインと微分ゲインとは下限品OCV用ゲイン $PLgain$ と $DLgain$ の方が上限品OCV用ゲイン $PUGain$ と $DUGain$ より大きい値に設定されている。また、保持電流学習値偏差 $ALsa$ と所定値 $SK$ との関係により選択するゲインは比例ゲインのみとし、微分ゲインは同一値とすることもでき、選択するゲインを微分ゲインのみとして比例ゲインは同一値とすることもできる。なお、ステップ1301にて第一と第二の所定回転数での保持電流学習が未完了の場合に、上限のOCV用に設定された比例ゲインと微分ゲインとで演算を行うのは、OCVの特性が不明な時点においては、安全性を重視して出力電流を制限し、応答性を暫定的に低く制御するためである。

【0045】図15は上記の図11に対してこの発明を適用したものである。この処理ではまずステップ1101にて目標進角量と実進角量との偏差 $\Delta P$ がゼロでなく、ステップ1102でこの偏差 $\Delta P$ がゼロより大きく、ステップ1301aで第一と第二の所定回転数での保持電流学習が完了しており、ステップ1302aで保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定値 $SK$ 以上の場合、ステップ1501で積分値 $AI$ より下限品OCV相当の積分量 $IL$ を減算する。また、ステップ1302aで保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定値 $SK$ より小さい場合、あるいは、ステップ1301aで保持電流学習が完了していない場合には、ステップ1502にて積分値 $AI$ より上限品OCV相当の積分量 $IU$ を減算する。

【0046】また、ステップ1102で目標進角量と実進角量との偏差 $\Delta P$ がゼロより小さく、ステップ1301bで第一と第二の所定回転数での保持電流学習が完了しており、ステップ1302bで保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定値 $SK$ 以上の場合には、ステップ1503で積分値 $AI$ に下限品OCV相当の積分量 $IL$ を加算する。ステップ1302bにて保持電流学習値偏差 $ALsa$ が所定値 $SK$ より小さい場合、あるいは、1301bにて保持電流学習が完了していない場合には、ステップ1504にて積分値 $AI$ に上限品OCV相当の積分量 $IU$ を加算する。ここでは下限品のOCV相当の積分量 $IL$ の方が上限品OCV相当の積分量 $IU$ より大きい値に設定されている。ステップ1301aとステップ1301bとにおいて、第一と第二の所定回転数での保持電流学習が完了していない場合に、上限相当の積分値を加減算するのは、OCVの特性が不明な時点においては、安全性を重視して出力電流を制限し、応答性を暫定的に低く制御するためである。

【0047】以上に説明したように、この発明の実施の

形態1の内燃機関のバルブタイミング制御装置によれば、異なる内燃機関の運転状態での保持電流学習値の偏差を求め、この偏差によりPDモードで演算実行するPD制御の電流値対進角速度特性マップを選択するようにしたので、また、保持電流学習値の偏差により比例ゲインと微分ゲインとの値を切り換えて電流値対進角速度特性マップを補間参照し、目標電流偏差を求めるようにしたので、使用しているOCVの特性に応じた制御を行うことになり、応答性にバラツキがあってもこれを低減することができ、安定した応答性を得ることが可能となるものである。さらに、保持電流学習値の偏差により保持モードで演算実行する積分制御の積分量を切り換えるようにしたので、OCVの特性差によるバルブタイミング制御のバラツキを低減でき、安定して制御することができものである。

【0048】実施の形態2。図16ないし図19は、この発明の実施の形態2による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御内容を説明するフローチャートであり、この実施の形態2は、実施の形態1に対して制御の内容を変え、保持電流学習値比率を用いてバルブタイミング制御のための電流値を決定するようにしたものである。なお、実施の形態1にて説明した制御と同一制御のステップには同一ステップ番号を付与して詳細説明を省略している。

【0049】まず、図16は保持電流学習処理であり、実施の形態1にて説明した図12の制御内容を変更したもので、図12に対してステップ1601を追加するようにしたものである。図16において、ステップ901からステップ1205までは実施の形態1の図12と同一処理であり、ステップ1201からステップ1204までの各ステップで第一の所定回転速度での保持電流学習値 $AL1$ と第二の所定回転速度での保持電流学習値 $AL2$ とを学習し、ステップ1205にて両者の差を保持電流学習値偏差 $ALsa$ として学習処理を行った後、ステップ1601にて保持電流学習値偏差 $ALsa$ と予めROMに記憶されている下限品OCV相当の保持電流偏差 $ALl$ と上限品OCV相当の保持電流偏差 $ALu$ とにより保持電流学習値比率 $KAL$ を演算する。

【0050】図17は、PDモード時に実行される比例・微分制御であり、実施の形態1の図13の制御内容を変えるものである。ステップ1001とステップ1002とで比例値 $Vp$ と微分値 $Vd$ とを演算した後、この $Vp$ と $Vd$ との加算値を基にステップ1701とステップ1702とでそれぞれ上限と下限との電流値対進角速度特性マップより目標電流偏差 $AUp_d$ と $ALp_d$ とを求める。続いてステップ1301において第一と第二の所定回転速度での保持電流学習が完了している場合、ステップ1703にて上記のステップ1601で得た保持電流学習値比率 $KAL$ とステップ1701で得た上限目標電流偏差 $AUp_d$ とステップ1702で得た下限目標電流偏差 $ALp_d$ とを演算し、目標電流偏差 $AO$ を求める。

流偏差 $ALpd$ とにより目標電流偏差 $Apd$ を算出する。

【0051】ステップ1301にて保持電流学習が完了していない場合はステップ1704に進んで上限目標電流偏差 $AUpd$ と下限目標電流偏差 $ALpd$ との中間値を目標電流偏差 $Apd$ とする。次にステップ1004にて目標電流値 $OApd$ を算出し、ステップ1005でOCVへ出力する。ここで、ステップ1301において保持電流学習が完了していない場合にステップ1704で中間値を目標電流偏差 $Apd$ としたのは、OCVの特性が見極められておらず、特性が不明の状態であっても、中間値相当とすることによりこの制御を導入しない場合の応答性と同程度の応答性を確保するためである。

【0052】また、この図17の処理に代わって図18に示す処理とすることもできる。すなわち、図18において、ステップ1301にて第一と第二の所定回転速度での保持電流学習が完了している場合、ステップ1801で保持電流学習値比率 $KAL$ と上限品OCV用比例ゲイン $PUGain$ と下限品OCV用比例ゲイン $PLGain$ とから比例値 $Vp$ を求め、ステップ1802で保持電流学習値比率 $KAL$ と上限品OCV用微分ゲイン $DUGain$ と下限品OCV用微分ゲイン $DLGain$ とから微分値 $Vd$ を求める。また、ステップ1301で学習が完了していないと判定された場合には、ステップ1803にて比例値 $Vp$ は上限品OCV用比例ゲイン $PUGain$ と下限品OCV用比例ゲイン $PLGain$ との中間値とする。同様に、ステップ1804にて微分値 $Vd$ も上限品OCV用微分ゲイン $DUGain$ と下限品OCV用微分ゲイン $DLGain$ との中間値を使用する。

【0053】続いてステップ1003において比例値 $Vp$ と微分値 $Vd$ との加算値を基に電流値対進角速度特性マップを補間参照して目標電流偏差 $Apd$ を求めるが、ここでの電流値対進角速度マップは、上記の図10のステップ1003と同様にセンター品OCV相当の特性値が設定されている。次にステップ1004にてこの目標電流偏差 $Apd$ に保持電流学習値 $AL$ を加算して目標電流値 $OApd$ とし、ステップ1005でOCVへの出力を行う。なお、ステップ1301で保持電流学習が完了していない場合、ステップ1803とステップ1804とで比例値と微分値との演算を、上限品OCV用と下限品OCV用の比例ゲインと微分ゲインとの中間値とするのは、OCVの特性が見極められておらず、特性が不明の状態であっても、中間値相当とすることによりこの制御を導入しない場合の応答性と同程度の応答性を確保するためである。

【0054】図19は、実施の形態1で説明した図15の制御内容を変えたものである。図19において、ステップ1101にて目標進角量と実進角量との偏差 $\Delta P$ がゼロでなく、ステップ1102にて目標進角量と実進角量の偏差 $\Delta P$ がゼロより大きく、ステップ1301aで

第一と第二の所定回転数での保持電流学習が完了している場合、ステップ1901で保持電流学習値比率 $KAL$ と上限積分量 $IU$ と下限積分量 $IL$ とから求めた積分量を積分値 $AI$ から減算する。ステップ1301aで学習が完了していない場合、ステップ1902にて上限積分量 $IU$ と下限積分量 $IL$ の中央値を積分量とし、積分値 $AI$ から減算する。

【0055】また、ステップ1102にて目標進角量と実進角量との偏差 $\Delta P$ がゼロより小さく、ステップ1301bで第一と第二の所定回転速度での保持電流学習が完了している場合、ステップ1903で保持電流学習値比率 $KAL$ と上限積分量 $IU$ と下限積分量 $IL$ とから求めた積分量を積分値 $AI$ に加算する。ステップ1301bにて学習が完了していない場合は、ステップ1904にて上限積分量 $IU$ と下限積分量 $IL$ との中間値を積分量とし、積分値 $AI$ に加算する。これらの経路にて積分値 $AI$ を得た後、ステップ1105に進んで積分値 $AI$ に保持電流学習値 $AL$ を加算して目標電流値 $OAI$ とし、ステップ1106で出力する。

【0056】この処理において、ステップ1301aとステップ1301bとで保持電流学習が完了していない場合、ステップ1902とステップ1904とで積分値の演算を上限品OCV用と下限品OCV用の積分量の中間値を使用するようにしたのは、OCVの特性が見極められておらず、特性が不明の状態であっても、中間値相当とすることによりこの制御を導入しない場合の応答性と同程度の応答性を確保するためである。

【0057】以上のように、この発明の実施の形態2の内燃機関のバルブタイミング制御装置によれば、保持電流学習値の偏差により比例・微分(PD)モードで演算するPD制御の電流値対進角速度特性マップ、もしくは、制御ゲインを、保持電流学習値比率により求めるようにしたので、また、保持電流学習値の偏差により保持モードで演算する積分値を、保持電流学習値比率により求めるようにしたので、OCV16の特性の如何に拘わらず、実際に使用しているOCVの特性に見合った制御電流値とする事ができ、実施の形態1よりもさらに安定した応答性と制御性とを得ることができるものである。

【0058】なお、上記の説明では実施の形態1および実施の形態2ともに吸気バルブのタイミング制御を一例として説明したが、排気バルブのタイミング制御に適用しても同等の効果が得られものである。

【0059】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明の内燃機関のバルブタイミング制御装置の請求項1の発明によれば、内燃機関のクランク軸に駆動され、吸気バルブを開閉するカムと排気バルブを開閉するカムと、この両カムの少なくとも一方のカムのクランク軸に対する回転位相を変えるバルブタイミング可変手段と、このバルブタイミング可変手段を駆動する駆動手段と、この駆動手段

に対する制御量を制御する制御手段とを備え、この制御手段が、内燃機関の異なる運転状態においてバルブタイミング可変手段に所定の動作をさせるための駆動手段への制御量の差を検知し、この制御量の差に応じて駆動手段に対する制御量を決定するようにしたので、装備している駆動手段であるOCVの応答特性を検知し、この応答特性に応じて制御することができ、安定した応答性を得ることが可能となる。

【0060】また、請求項2の発明によれば、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差の検知を、バルブタイミングの実操作量と目標操作量とを比較してこの比較値が所定の条件を満たしたときになされるようにしたので、装備している駆動手段の応答特性に応じた制御量を高精度に求めることができ、さらに、請求項3の発明によれば、制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量を学習し、この学習値の差から駆動手段に対する制御量を決定するようにしたので、比例・微分制御や積分制御に対しても装備している駆動手段の応答特性に応じた制御量を的確に求めることができるものである。

【0061】さらにまた、請求項4の発明によれば、制御手段に駆動手段の異なる複数の特性を記憶させ、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる複数の特性の内の一つを選択して駆動手段に対する制御量を決定するようにしたので、装備している駆動手段の応答特性に適した制御量により制御して応答性の高い状態にて使用することができるものである。

【0062】また、請求項5の発明によれば、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置の検出位置と目標位置との差に応じた比例および微分制御を行い、複数の比例および微分制御値を設定して内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じてこの複数の比例および微分制御値の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定するようにしたので、駆動手段の特性差による応答性のバラツキを低減することができ、制御により特性差を補正することが可能となるものである。

【0063】さらに、請求項6の発明によれば、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置の検出位置と目標位置との差に応じた積分制御を行うと共に、複数の積分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる積分制御値の内の一つを選択し、駆動手段に対する制御量を決定するようにしたので、OCVの特性差によるバルブタイミング制御のバラツキを低減でき、安定した制御ができるものである。

【0064】さらにまた、請求項7の発明によれば、制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量の差による駆動手段に対する制御量を決定するまでの間は、複数の特性または制御値の中から応答特性の悪い特性または制御値を選択し、駆動手段に対する制御量を決定するようにしたので、制御手段が駆動手段の特性を見極め

るまでの間においても安全なバルブタイミング制御ができ、また、請求項8の発明によれば、制御手段が駆動手段の異なる複数の特性を記憶し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる複数の特性の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算するようにしたので、装備している駆動手段の応答特性に適した制御量を演算することができるものである。

【0065】さらに、請求項9の発明によれば、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置の検出位置と目標位置との差に応じた比例および微分制御を行うと共に、複数の比例および微分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる比例および微分制御値の一つを補間参照して駆動手段に対する制御量を演算するようにしたので、駆動手段の特性の如何に拘わらず、実際に使用している駆動手段の特性に見合った制御量とする事ができ、より安定した応答性と制御性を得ることができるものである。

【0066】さらにまた、請求項10の発明によれば、クランク軸の回転角に対するカムの回転角の相対位置の検出位置と目標位置との差に応じた積分制御を行うと共に、複数の積分制御値を設定し、内燃機関の異なる運転状態における制御量の差に応じて異なる積分制御値の内の一つを補間参照し、駆動手段に対する制御量を演算するようにしたので、駆動手段の特性差によるバルブタイミング制御のバラツキを低減でき、より安定した制御性を得ることができるものである。

【0067】また、請求項11の発明によれば、制御手段が内燃機関の異なる運転状態における制御量の差による駆動手段に対する制御量を設定するまでの間は、複数の特性または制御値を補間参照した各値の中央値により、駆動手段に対する制御量を演算するようにしたので、制御手段が駆動手段の特性を見極めるまでの間においては、この発明を導入しない場合の応答性と同程度の応答性を確保することができ、特性の見極めと同時に駆動手段の特性差によるバルブタイミング制御のバラツキを低減したり、応答性に優れた制御に移行することができるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の構成を説明する説明図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置のバルブタイミングを説明する特性図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の油圧制御バルブの構成と動作とを説明する説明図である。

【図4】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の油圧制御バルブの流量特性図である。

【図5】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御機構の応答性を説明する特性図である。

【図6】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の油圧制御バルブの流量特性図である。

【図7】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御機構の応答性を説明する特性図である。

【図8】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の対比用として説明するフローチャートである。

【図9】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の対比用として説明するフローチャートである。

【図10】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の対比用として説明するフローチャートである。

【図11】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の対比用として説明するフローチャートである。

【図12】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

【図13】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

【図14】 この発明の実施の形態1による内燃機関の

バルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

【図15】 この発明の実施の形態1による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

【図16】 この発明の実施の形態2による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

【図17】 この発明の実施の形態2による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

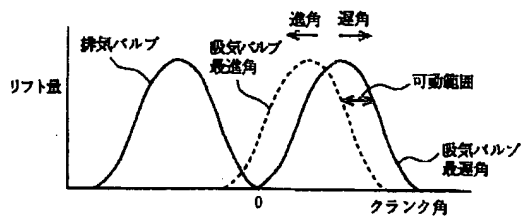
【図18】 この発明の実施の形態2による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

【図19】 この発明の実施の形態2による内燃機関のバルブタイミング制御装置の制御を説明するフローチャートである。

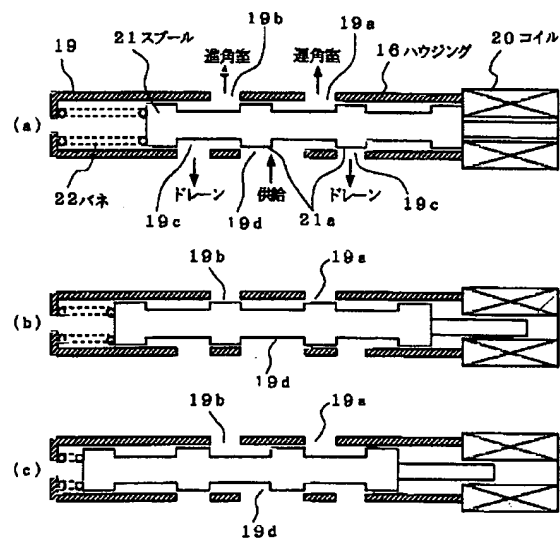
#### 【符号の説明】

1 内燃機関、1a クランク軸、1b カム軸、1c カム、3 吸気通路、5 スロットルバルブ、6 スロットル開度センサ、7 インジェクタ、9 O2センサ、10 排気通路、12、14 センサプレート、13 クランク角センサ、15 カム角センサ、16 油圧制御バルブ（駆動手段）、17 制御手段、19 ハウジング、19a～19d ポート、20 電磁ソレノイド、21 スプール、21a ランド部、22 バネ。

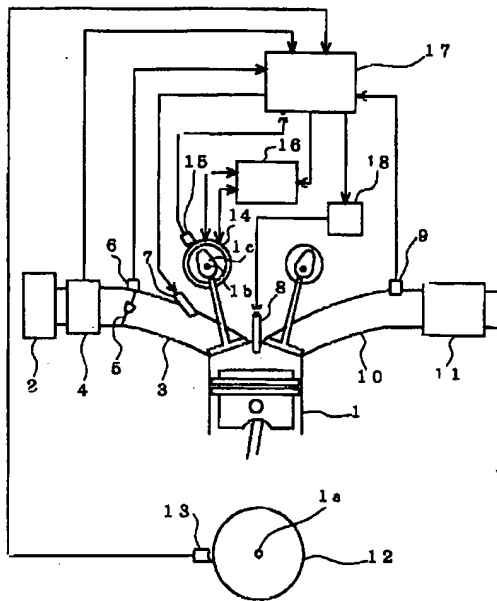
【図2】



【図3】

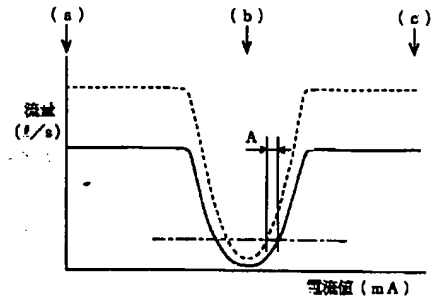


【図1】

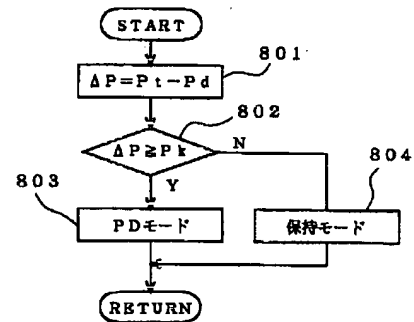


- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| 1: 内燃機関       | 7: インジェクタ             |
| 1a: クランク軸     | 9: O <sub>2</sub> センサ |
| 1b: カム軸       | 10: 排気通路              |
| 1c: カム        | 13: クランク角センサ          |
| 3: 吸気通路       | 15: カム角センサ            |
| 5: スロットルバルブ   | 16: 油圧制御バルブ           |
| 6: スロットル開度センサ | 17: 制御手段              |

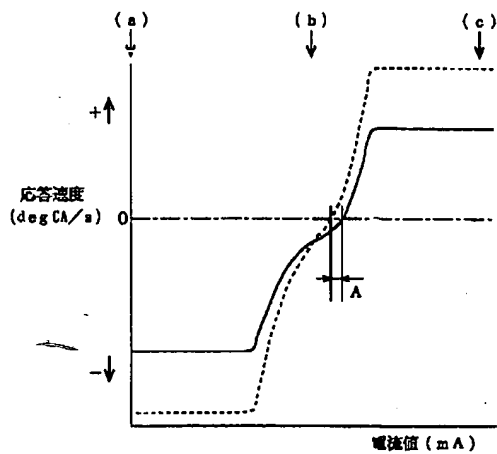
【図4】



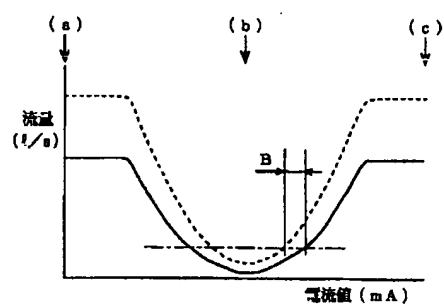
【図8】



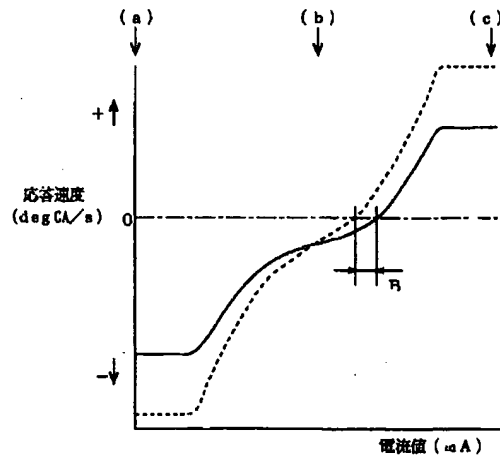
【図5】



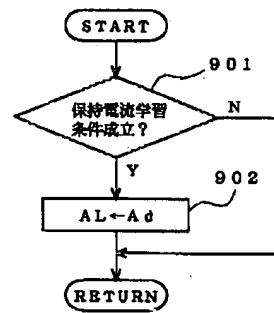
【図6】



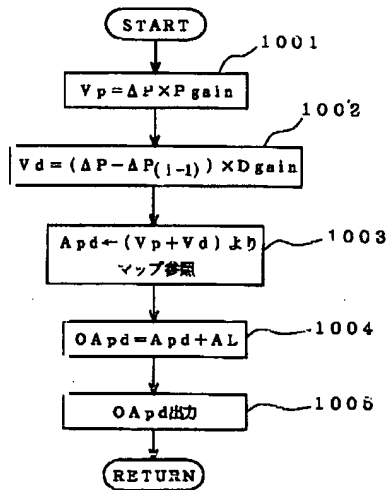
【図7】



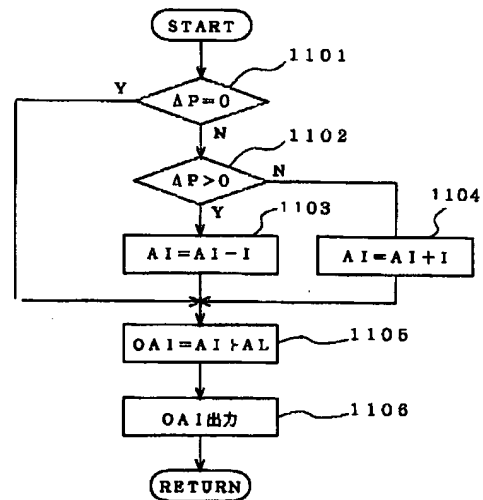
【図9】



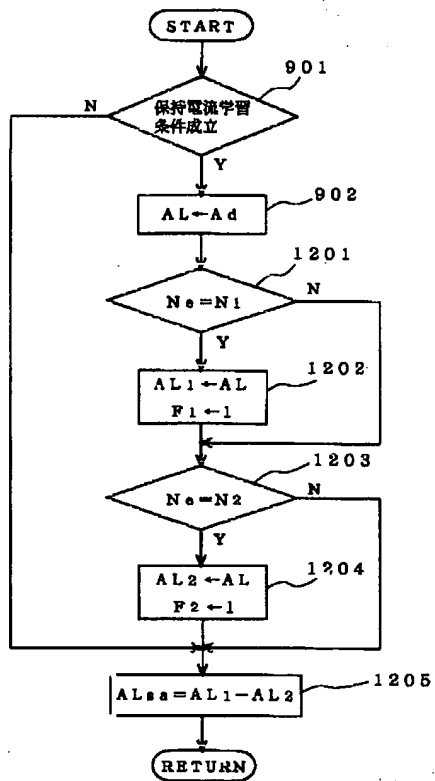
【図10】



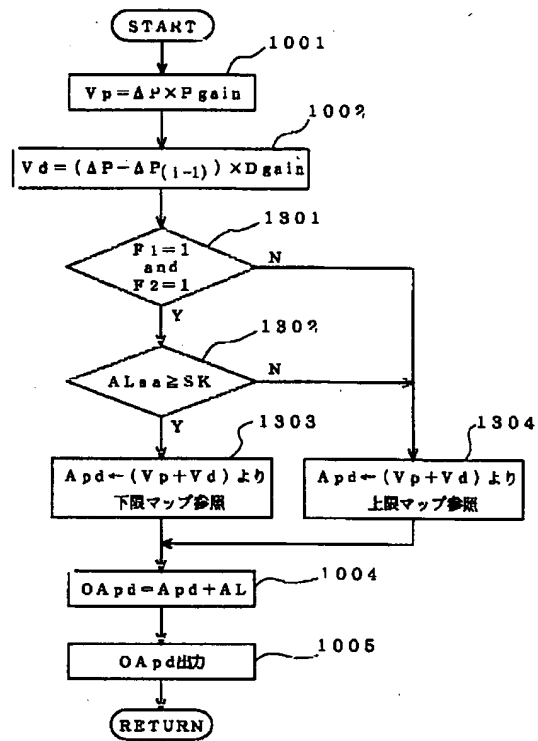
【図11】



【図12】

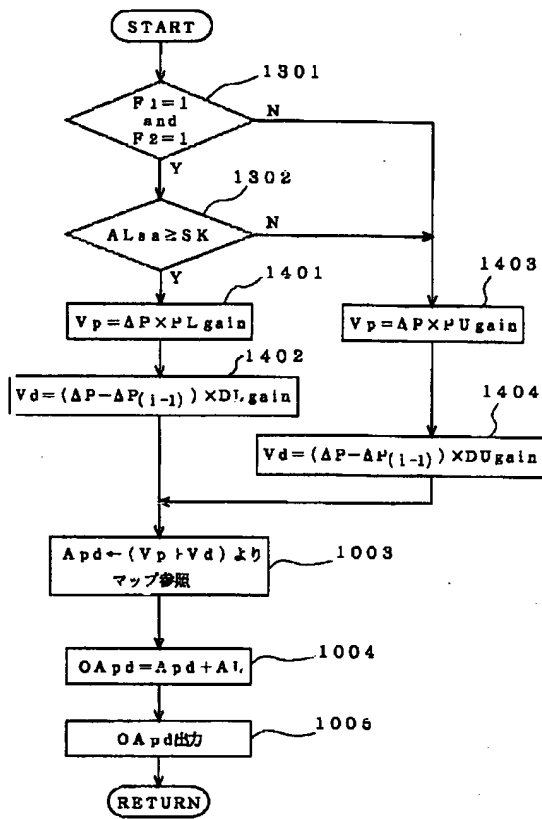


【図13】

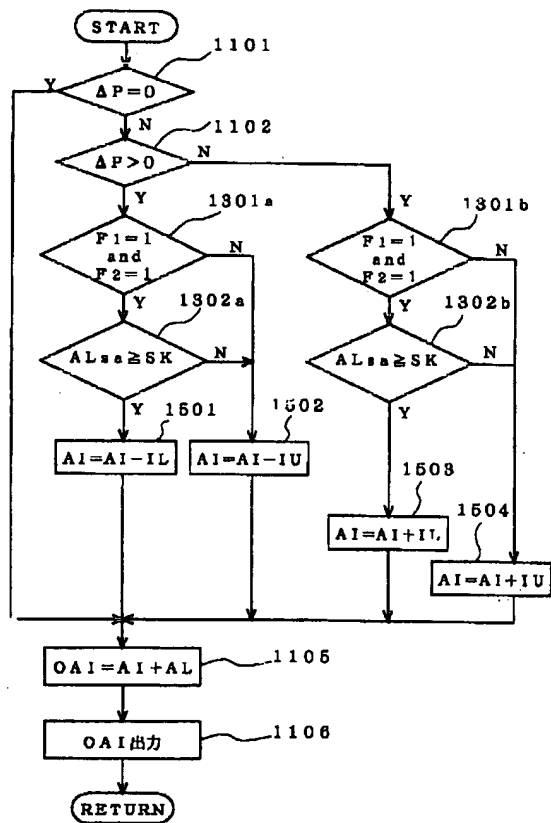




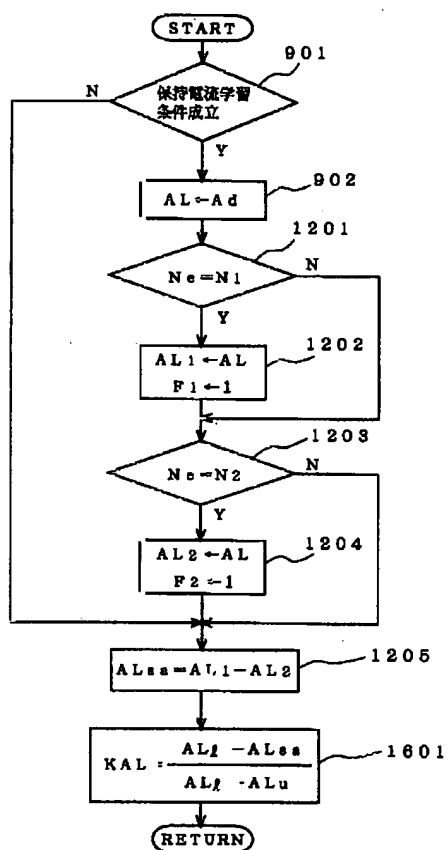
【図14】



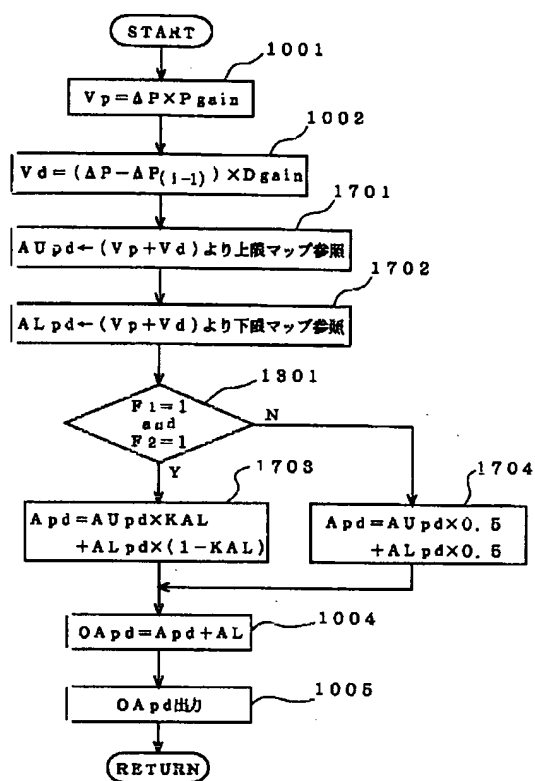
【図15】



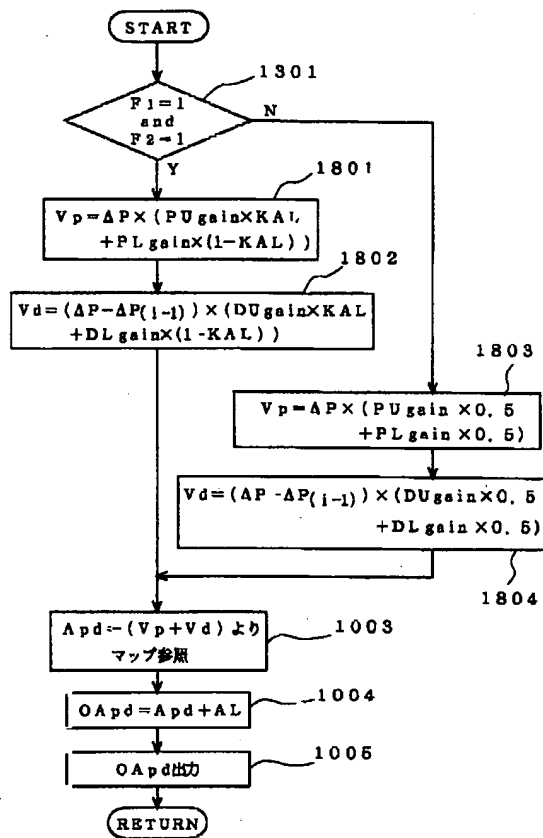
【図16】



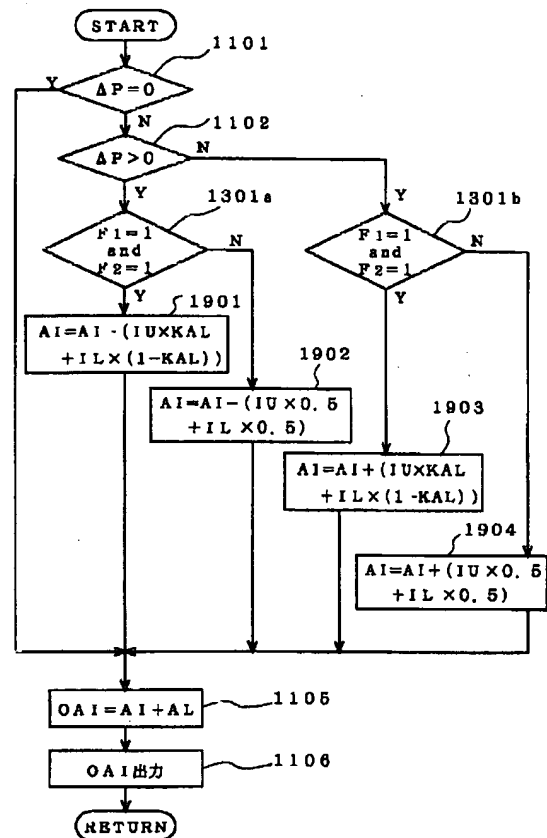
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G018 AB07 AB17 BA32 CA18 DA58  
DA60 DA66 EA31 EA32 FA07  
GA03  
3G092 AA01 AA05 AA11 DG02 DG05  
DG09 EA11 EA28 EA29 EB02  
EB03 EC02 EC05 EC10 FA09  
FA48 HA01Z HA06Z HA13X  
HA13Z HE03Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**